

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08249678 A**

(43) Date of publication of application: 27.09.96

(51) Int. Cl

G11B 7/09  
G11B 7/085

(21) Application number: 07056000

(71) Applicant: CANON INC

(22) Date of filing: 15.03.95

(72) Inventor: BABA HISATOSHI

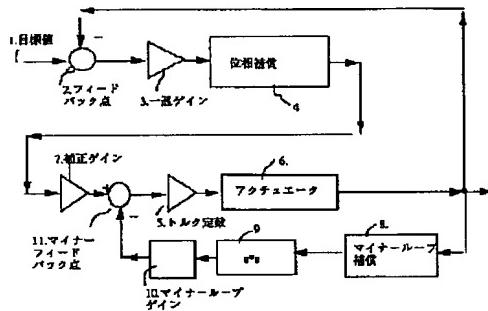
(54) OPTICAL DATA-RECORDING/REPRODUCING APPARATUS

secure the stability of the minor loop.

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To remove adverse influences of a secondary resonance of an actuator performing focusing, tracking or seek and control with high accuracy, by adding outputs of a focus controller and a focus filter means and supplying to the focus actuator.

**CONSTITUTION:** In a focus control loop of an optical disk apparatus, a minor feedback loop is constituted to reduce influences of a secondary resonance present in an actuator. A minor loop gain 10 at this time is determined with a gain calculated from characteristics of an actuator 6 and a torque constant of a torque constant block 5 of the actuator taken into consideration. The gain calculated from the characteristics of the actuator and torque constant is an inverse number of the actuator, i.e., 200. Therefore, when the minor loop gain is 0.005, a round gain at several kHz of the minor loop is 0dB. The minor loop gain is multiplied five times to 0.025 in order to suppress the influences of the secondary resonance. An LPF is set to a minor loop compensation block 8 to



特開平8-249678

(43)公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int. C1. <sup>6</sup> G 1 1 B 7/09 7/085	識別記号 9368-5 D 9368-5 D	府内整理番号 F I G 1 1 B 7/09 7/085	技術表示箇所 A E
--	------------------------------	---	------------------

審査請求 未請求 請求項の数 11

○ L

(全23頁)

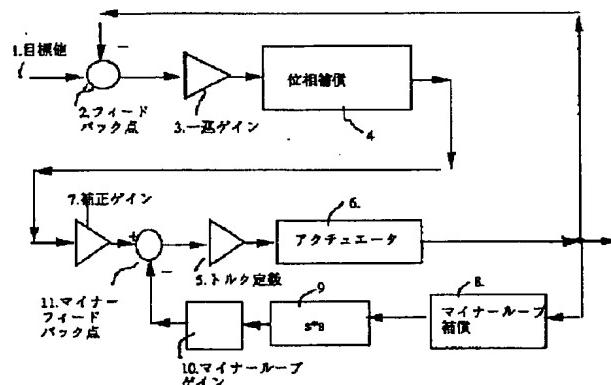
(21)出願番号 特願平7-56000	(71)出願人 000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日 平成7年(1995)3月15日	(72)発明者 馬場 久年 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
	(74)代理人 弁理士 山下 穣平

## (54)【発明の名称】光学式情報記録再生装置

## (57)【要約】

【目的】 光ディスク装置において、フォーカス、トラッキング又はシークを行うアクチュエータの副共振の悪影響を除去し、精度の高い制御を実現することを目的とする。

【構成】 フォーカス誤差検出手段と、フォーカスアクチュエータと、フォーカスアクチュエータ位置検出手段と、フォーカスアクチュエータ位置検出手段の出力を少なくとも高周波側に制御帯域までの周波数において2階微分特性をもつフォーカスフィルタ手段と、フォーカスアクチュエータを駆動するための駆動信号を出力するフォーカスコントローラーと、フォーカスコントローラーの出力とフォーカスフィルタ手段の出力を加算しフォーカスアクチュエータに供給する加算手段を有する。通常のサーボメインループの他に、アクチュエータの位置あるいは速度、あるいはサーボ誤差信号からアクチュエータ駆動へのマイナーループを構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学的に読みとり可能な情報トラックをもつ情報担体に対して光ビームを集光照射し、情報の記録又は再生を行う光ディスク装置において、  
前記情報担体と前記光ビームの焦点との誤差を検出する  
フォーカス誤差検出手段と、  
前記光ビームの焦点を光軸に沿って移動させるフォーカスアクチュエータと、  
前記フォーカスアクチュエータの光軸方向の位置を検出するフォーカスアクチュエータ位置検出手段と、  
前記フォーカスアクチュエータ位置検出手段の出力を少なくとも高周波側に制御帯域までの周波数において2階微分特性をもつフォーカスフィルタ手段と、  
前記フォーカス誤差検出手段の出力に応じて前記フォーカスアクチュエータを駆動するための駆動信号を出力するフォーカスコントローラーと、  
前記フォーカスコントローラーの出力と前記フォーカスフィルタ手段の出力を加算しフォーカスアクチュエータに供給する加算手段とを有することを特徴とする光学式情報記録再生装置。

【請求項 2】 前記フォーカスアクチュエータ位置検出手段は前記フォーカス誤差検出手段の出力を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の光学式情報記録再生装置。

【請求項 3】 光学的に読みとり可能な情報トラックをもつ情報担体に対して光ビームを集光照射し、情報の記録又は再生を行う光ディスク装置において、  
前記情報担体と前記光ビームと前記情報トラックとの誤差を検出するトラッキング誤差検出手段と、  
前記光ビームをトラック横断方向に移動させるトラッキングアクチュエータと、  
前記トラッキングアクチュエータのトラック横断方向の位置を検出するトラッキングアクチュエータ位置検出手段と、  
前記トラッキングアクチュエータ位置検出手段の出力を少なくとも高周波側の制御帯域までの周波数において2階微分特性をもつトラッキングフィルタ手段と、  
前記トラッキング誤差検出手段の出力に応じて前記トラッキングアクチュエータを駆動するための駆動信号を出力するトラッキングコントローラーと、  
前記トラッキングコントローラーの出力と前記トラッキングフィルタ手段の出力を加算しトラッキングアクチュエータに供給する加算手段とを有することを特徴とする光学式情報記録再生装置。

【請求項 4】 前記トラッキングアクチュエータ位置検出手段は前記トラッキング誤差検出手段の出力を用いることを特徴とする請求項 3 に記載の光学式情報記録再生装置。

【請求項 5】 光学的に読みとり可能な情報トラックをもつ情報担体に対して光ビームを集光照射し、情報の記

録又は再生を行うため前記光ビームを所望の前記情報トラックへ移動させることのできる光ディスク装置において、  
前記情報担体と前記光ビームが前記情報トラックを横断する速度を検出する横断速度検出手段と、  
前記光ビームをトラック横断方向に移動させるシークアクチュエータと、  
前記シークアクチュエータのシーク方向の速度を検出するシークアクチュエータ速度検出手段と、  
10 前記シークアクチュエータ速度検出手段の出力を少なくとも高周波側の制御帯域までの周波数において1階微分特性をもつシークフィルタ手段と、  
前記横断速度検出手段の出力に応じて前記シークアクチュエータを駆動するための駆動信号を出力するシークコントローラーと、  
前記シークコントローラーの出力と前記シークフィルタ手段の出力を加算しシークアクチュエータに供給する加算手段とを有することを特徴とする光学式情報記録再生装置。  
20 【請求項 6】 前記シークアクチュエータ速度検出手段は前記横断速度検出手段の出力を用いることを特徴とする請求項 5 記載の光学式情報記録再生装置。  
【請求項 7】 前記シークアクチュエータは前記光ビームを集光する対物レンズを移動するトラッキングアクチュエータであることを特徴とする請求項 5 に記載の光学式情報記録再生装置。  
【請求項 8】 前記光ビームを集光する対物レンズを移動するトラッキングアクチュエータと、前記トラッキングアクチュエータを搭載した光学ヘッドを移動するヘッドモータとを有し、前記シークアクチュエータは前記ヘッドモータであることを特徴とする請求項 5 に記載の光学式情報記録再生装置。  
30 【請求項 9】 光学的に読みとり可能な情報トラックを有する情報担体に対して光ビームを集光照射し、情報の記録又は再生を行う光学式情報記録再生装置において、前記情報担体からの反射光から誤差信号を検出する誤差検出手段と、  
前記光ビームのスポットを所定の位置に照射制御するアクチュエータと、  
40 前記アクチュエータの位置を検出するアクチュエータ位置検出手段と、  
前記アクチュエータ位置検出手段の出力を少なくとも高周波側の周波数において微分特性を有するフィルタ手段と、  
前記誤差検出手段の出力に応じて前記アクチュエータを駆動するための駆動信号を出力するコントローラーと、  
前記コントローラーの出力と前記フィルタ手段の出力を加算し前記アクチュエータに供給する加算手段とを有することを特徴とする光学式情報記録再生装置。  
50 【請求項 10】 前記フィルタ手段の微分特性は、2次

微分特性を有し、前記アクチュエータはフォーカスアクチュエータ又はトラッキングアクチュエータであることを特徴とする請求項9に記載の光学式情報記録再生装置。

【請求項11】 前記フィルタ手段は、位相補償手段と1次微分特性と所定のゲインを有するゲイン手段とを有し、前記アクチュエータはシークアクチュエータ又はリニアモータであることを特徴とする請求項9に記載の光学式情報記録再生装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光学式の情報記録再生装置におけるサーボ系に関し、特にアクチュエータの高域副共振の影響を抑えるループ安定化を図る光学式情報記録再生装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 従来、光学式情報記録再生装置、すなわち光ディスクの情報記録再生装置においては、情報の記録再生を行うための光ビームを、対物レンズで微小なスポットとして光ディスク上に照射している。光ディスク上にはスパイラルあるいは同心円状に情報トラックが形成され、光ディスクを回転させることで情報を順次読み出し、あるいは書き込んでいる。光ディスクが回転することによって、光スポット照射点において、光ディスクの面ぶれが発生し、回転軸と情報トラックのずれによりトラックぶれが発生する。このときディスク情報面に微小スポットの焦点を結ばせるために対物レンズを光軸に沿って移動させるフォーカス制御がなされる。また、微小スポットが情報トラックを逐次辿るように、対物レンズを情報トラックを横断する方向に移動させるトラッキング制御がなされる。

【0003】 これらフォーカスサーボ系およびトラッキングサーボ系のブロック図を図18に示す。図18において、1はサーボ系の目標値で、フォーカスサーボであればディスク情報面のフォーカス方向の目標位置、トラッキングサーボであれば情報トラックのトラッキング方向の目標位置である。2はフィードバック点で、目標値1と実際の光スポットの位置との差が誤差信号として出力される。実際の装置においては、サーボセンサの出力によりこの誤差信号が得られ、この場合は負帰還路を構成する負帰還点である。3は一巡ゲインで、サーボループの一巡伝達利得を一括的に示して設定する。4は位相補償ブロックで、サーボループの安定化のための補償がなされる。具体的には、低域周波数の位相遅れ補償と、高域周波数の位相進み補償等の位相補償ブロックである。5のトルク定数および6のアクチュエータは実際光スポットをフォーカスあるいはトラッキング方向に移動するアクチュエータの駆動トルクとアクチュエータを示している。

【0004】 こうして、フォーカスサーボ系のループが

組まれた場合には、例えば、4分割のフォーカス用センサから交差センサの差から生成されるS字カーブの特性が零になるように、センサからフォーカス用アクチュエータに至るサーボループが安定するように動作し、対物レンズの光軸方向の位置を常に最適スポット点に維持される。同様に、トラッキングサーボ系がスイッチオンしてループが組まれた場合、トラッキング用センサの出力に応じてトラッキング用アクチュエータに至る負帰還ループを組むことで、常に所定のトラッキング上を追従し続ける動作を行う。

【0005】 さらに、光ディスク装置では情報をランダムにアクセスできるように、光スポットをディスクの半径方向に大きく移動させるシーク機能をもっている。普通遠距離トラックにジャンプするシークと呼ばれるこの機能を実現するために、ボイスコイル型のリニアモータで、対物レンズあるいは光ヘッドを高速に移動する制御がなされる。

【0006】 このシーク速度制御系のブロック図を図19に示す。図において、35は目標トラック位置で、アクセスしたい情報トラックの位置を示すデータを入力する。36は残留誤差算出ブロックで、目標トラック位置35から現在光スポットの位置するトラック位置が差し引かれ、アクセスする残り距離が出力される。34は目標速度生成ブロックで、残り距離に応じた光スポットの移動速度の目標値を出力する。一般にシーク用のリニアモータによる駆動速度は放物線駆動、台形駆動又は三角駆動のような駆動プロファイルで形成される。通常この目標速度は目的トラックに近づくにつれ速度が低下するプロファイルをとる。目標速度生成ブロック34で生成された目標速度値21はフィードバック点22に入力される。フィードバック点22には光スポットの速度、すなわちアクチュエータοリニアモータ26の速度がネガティブフィードバックされる。よってフィードバック点22の出力は目標速度と実際の光スポットの移動速度の差との速度偏差である。

【0007】 また、23はアクチュエータ速度からネガティブフィードバックループの一巡ゲインで、速度サーボループの一巡利得を決定するブロックである。25はアクチュエータοリニアモータのトルク定数で、アクチュエータの感度を示している。26は光スポットを移動するアクチュエータοリニアモータであり、単一のアクチュエータの装置および近距離シーク時のトラックジャンプ動作時においてはトラッキングアクチュエータである。また光ヘッド移動用のリニアモータを有する装置の場合、リニアモータのことである。

【0008】 上記構成により、このトラックジャンプはアクチュエータοリニアモータ26の動作に従い、アクチュエータの位置を検出し、該アクチュエータの位置と目標トラック位置成分と差を残留距離算出ブロック36によって算出し、その差成分に応じてアクチュエータ

26の目標速度値を目標速度生成回路34によって求め、該目標速度値とアクチュエータ26の現在の移動速度32との差異成分をフィードバック点ブロック22により求め、該差異成分を該ネガティブフィードバックループの一巡ゲインブロック23で示すゲインで増幅し、そしてトルク定数25に変換されて、当該トルク定数に相当するトルクによってアクチュエータ26を駆動する。こうして、目標とするトラックに光ピックアップヘッドをトラックジャンプして、2段シークの場合は粗シーク後精細シークの過程を経て、また1段シークの場合はトラックジャンプモードと同様に、目標トラックに到達し、トラッキングサーボ状態に移行する。

## 【0009】

【発明が解決しようとしている課題】しかしながら、上記従来例では、近年の光ディスク装置の性能向上が望まれるなか、種々の壁がある。光ディスクの情報容量の増加のために、波長の短いレーザー光源を用いて、より微小なスポットを形成し、情報面積を減らすことが考えられる。この場合、情報トラックのピッチを小さくすることができますが、それに伴いトラッキング制御の精度を高くする必要がある。またスポットの焦点深度が浅くなるため、同様のフォーカス制御の精度も高くする必要がある。

【0010】また、コンピュータの性能向上に伴い、扱うデータ量が増加し、短時間で膨大なデータの処理が可能になり、光ディスクのデータ処理量すなわち転送レートも向上が望まれている。転送レートを上げるために一つの方法はディスクの回転数を上げることである。ディスクの回転数が上がると面ぶれ、トラックぶれの加速度が増し、フォーカス制御及びトラッキング制御の能力を上げる必要がある。

【0011】同様に情報へのアクセス速度の向上のためには、シーク制御の能力を上げる必要がある。

【0012】従来、フォーカスサーボの制御能力は、アクチュエータの駆動源と光学素子などの可動系と制御系との間の剛性の弱さによるたわみやびりや外乱、非線形系によるフォーカスアクチュエータの高域副共振の発生により制限を受けていた。図9に従来のフォーカス制御の閉ループの一巡伝達特性のボード線図を示す。この図に示すように、主共振周波数が30Hz付近で、副共振周波数が10kHz付近であり、各ポイントで位相特性が急激に変化している。ここで、図に示すように、アクチュエータの構造的な副共振が10kHzに現れた場合、フォーカス制御帯域が3kHz程度であっても、不安定なループとなる。この例のようなアクチュエータを用いる時は、制御帯域は3kHz以下にしなくてはならない。

【0013】この副共振の悪影響を低減するために、サーボループ内にノッチフィルタと呼ばれる、帯域減衰フィルタを用いる方法がある。しかしながらこのノッチフ

ィルタの方法では、ループの安定性を確保するために、制御帯域付近の位相まわりを小さくするため、ノッチフィルタのQ値を大きくとる必要がある。そのため減衰可能な周波数範囲が狭くなり、アクチュエータの副共振周波数とノッチフィルタの周波数を正確に一致させる必要があった。ところが環境温度、経年変化により副共振周波数および特性が変動するので、ノッチフィルタの効果が充分得られない。また、装置毎によっても副共振周波数、あるいは特性が異なるので、装置毎に調整をする必要があった。

【0014】また、上記ノッチフィルタによる方法は、ゲイン特性における副共振のピークを下げるだけで、位相特性を改善する訳ではないので、制御帯域、つまりゼロクロス周波数に近い副共振には適用できなかった。

【0015】また、トラッキング制御ループに関しても同様である。トラッキングアクチュエータにおいては、近年特開平5-298724号公報にみられるように、ディスクの全面に渡り单一のアクチュエータによりトラッキングを行う方法が採られるようになった。この単一のアクチュエータにおいては、装置内のアクチュエータ数を削減できるので消費電力を低減する、あるいは駆動、制御にまつわる機構系及び制御系の減少ができ、低成本な装置が実現可能である。しかしながら、機構上、副共振を小さくする、あるいは副共振周波数を高くすることが難しい。このため、この種のアクチュエータを用いる場合は、制御精度を高くすることが困難であった。

【0016】同様なことがシーク制御についても問題となる。上述したように、図19にシーク速度制御系のブロック図を示したが、シーク動作をさせるためには光スポットの移動速度あるいは位置を検出して、目標速度あるいは位置プロファイルに沿って移動するように制御する。近年見られるように10mmの距離を20ms以下の時間で移動させようとするには、シーク時の制御帯域をかなり高くする必要があり、シークアクチュエータの副共振の悪影響により制御帯域を上げることができなかった。

【0017】また、シーク制御においても、ノッチフィルタによる副共振の対策が可能であるが、やはり上述のフォーカス制御について説明したような問題点があつた。

## 【0018】

【発明の目的】本出願に係る発明の目的は、フォーカスあるいはトラッキングあるいはシークを行うアクチュエータの副共振の悪影響を除去し、精度の高い制御を実現することである。また本発明のもう一つの目的は、副共振特性の悪いフォーカスあるいはトラッキングあるいはシークを行うアクチュエータを使用可能にすることで、低成本なアクチュエータによる低成本の装置を提供することにある。

## 【0019】

【課題を解決するための手段および作用】上記目的を達成するため、本発明に係る第一の発明は、光学的に読みとり可能な情報トラックをもつ情報担体に対して光ビームを集光照射し、情報の記録および再生を行う光ディスク装置において、情報担体と光ビームの焦点との誤差を検出するフォーカス誤差検出手段と、光ビームの焦点を光軸に沿って移動させるフォーカスアクチュエータと、フォーカスアクチュエータの光軸方向の位置を検出するフォーカスアクチュエータ位置検出手段と、フォーカスアクチュエータ位置検出手段の出力を少なくとも高周波側に制御帯域までの周波数において2階微分特性をもつフォーカスフィルタ手段と、フォーカス誤差検出手段の出力に応じてフォーカスアクチュエータを駆動するための駆動信号を出力するフォーカスコントローラーと、フォーカスコントローラーの出力とフォーカスフィルタ手段の出力を加算しフォーカスアクチュエータに供給する加算手段をもつことを特徴とする。

【0020】上記構成において、フォーカス位置検出手段とフォーカスフィルタ手段と加算手段によりマイナーループを構成することで、フォーカスアクチュエータの副共振の影響を除去する作用がある。なお、ここで加算手段とは、加算機能のみでなく減算もしたりする加減算回路を含むもので、以下も同様である。

【0021】また、本発明に係る第2の発明は、フォーカスアクチュエータ位置検出手段はフォーカス誤差検出手段の出力を用いることで、フォーカスアクチュエータの位置を簡単かつ正確に検出するものである。

【0022】また、本発明に係る第3の発明は、光学的に読みとり可能な情報トラックをもつ情報担体に対して光ビームを集光照射し、情報の記録および再生を行う光ディスク装置において、情報担体と光ビームと情報トラックとの誤差を検出するトラッキング誤差検出手段と、光ビームをトラック横断方向に移動させるトラッキングアクチュエータと、トラッキングアクチュエータのトラック横断方向の位置を検出するトラッキングアクチュエータ位置検出手段と、トラッキングアクチュエータ位置検出手段の出力を少なくとも高周波側に制御帯域までの周波数において2階微分特性をもつトラッキングフィルタ手段と、トラッキング誤差検出手段の出力に応じてトラッキングアクチュエータを駆動するための駆動信号を出力するトラッキングコントローラーと、トラッキングコントローラーの出力とトラッキングフィルタ手段の出力を加算しトラッキングアクチュエータに供給する加算手段をもつことを特徴とする。

【0023】上記構成において、トラッキング位置検出手段とトラッキングフィルタ手段と加算手段によりマイナーループを構成することで、トラッキングアクチュエータの副共振の影響を除去する作用がある。

【0024】また、本発明に係る第4の発明は、トラッ

キングアクチュエータ位置検出手段はトラッキング誤差検出手段の出力を用いることで、トラッキングアクチュエータの位置を簡単かつ正確に検出するものである。

【0025】また、本発明に係る第5の発明は、光学的に読みとり可能な情報トラックをもつ情報担体に対して光ビームを集光照射し、情報の記録および再生を行うため光ビームを所望の情報トラックへ移動させることでできる光ディスク装置において、情報担体と光ビームが情報トラックを横断する速度を検出する横断速度検出手段と、光ビームをトラック横断方向に移動させるシークアクチュエータと、シークアクチュエータのシーク方向の速度を検出するシークアクチュエータ速度検出手段と、シークアクチュエータ速度検出手段の出力を少なくとも高周波側に制御帯域までの周波数において1階微分特性をもつシークフィルタ手段と、横断速度検出手段の出力に応じてシークアクチュエータを駆動するための駆動信号を出力するシークコントローラーと、シークコントローラーの出力とシークフィルタ手段の出力を加算しシークアクチュエータに供給する加算手段をもつことを特徴とする。

【0026】上記構成において、シーク速度検出手段とシークフィルタ手段と加算手段によりマイナーループを構成することで、シークアクチュエータの副共振の影響を除去する作用がある。

【0027】また、本発明に係る第6の発明は、シークアクチュエータ速度検出手段は横断速度検出手段の出力を用いることで、シークアクチュエータの速度を簡単かつ正確に検出するものである。

【0028】また、本発明に係る第7の発明は、シークアクチュエータは光ビームを集光する対物レンズを移動するトラッキングアクチュエータであり、トラッキングアクチュエータによる高速シークをする。

【0029】また、本発明に係る第8の発明は、光ビームを集光する対物レンズを移動するトラッキングアクチュエータと、トラッキングアクチュエータを搭載した光学ヘッドを移動するヘッドモータとを持ち、シークアクチュエータはヘッドモータであり、広範囲にわたるシーク動作をする。

【0030】

## 40 【実施例】

【実施例1】本発明による実施例1について、図1を参考しつつ説明する。図1は光ディスク装置のフォーカス制御ループのブロック図である。同図において、1はフォーカス制御ループの目標値で、現実的には光ディスク情報面のフォーカス方向の位置のことである。2はフィードバック点ブロックで、フォーカスアクチュエータの位置がネガティブフィードバックされる。このフィードバック点は現実的には光ヘッドの光学系、センサからなり、センサ出力のフォーカス誤差信号がフィードバック点2の出力に相当する。3は一巡ゲインブロックで、フ

オーカスサーボループの一巡利得を決定するブロックである。4は位相補償ブロックで、フォーカスサーボループの安定化のための位相補償フィルタである。5はフォーカスアクチュエータのトルク定数ブロックで、アクチュエータの回転力等の感度を示している。6はフォーカスアクチュエータで、例えばムービングコイル、永久磁石及び磁性体からなるダイナミック・スピーカと同様の構成を有するムービングコイル型モータである。7は補正ゲインブロックで、マイナーフィードバックによるゲイン変化を補正するブロックであり、説明の都合上設けてある、一巡ゲインに補正ゲインを含めることができる。

【0031】つぎに、8はマイナーループを安定化するための位相補償ブロックで、9は $s * s$ で示す2次の微分特性を有する2次微分ブロックで、ラプラス変換特性による $s = d / d t$ の1次微分に対する2次微分特性を有する。10はマイナーループの1巡ゲインブロックである。また、11はマイナーフィードバック点ブロックで、補正ゲイン7の出力とネガティブに合成され、フォーカスアクチュエータ6に駆動信号を供給する。現実の装置ではアクチュエータ6を駆動するためのドライバ回路が必要で、通常マイナーフィードバック点ブロック11とトルク定数ブロック5の間に挿入されるが、ここでは図示を省略している。

【0032】ここで、フォーカスアクチュエータの特性を簡易的に表現すると、伝達関数表現で

$$1/m \times (s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2)$$

の2次遅れ系で記述できる。ここで、mはアクチュエータ6の質量、ζは減衰比、ωは主共振周波数、sはラプラス演算子である。また、周波数fと角周波数ωとは、 $\omega = 2\pi f$ の関係がある。

【0033】図20に示すフォーカスアクチュエータ特性は、主共振周波数が30Hz、副共振周波数が10kHz、減衰比が0.5、質量が5gの場合の特性である。また、トルク定数が1N/Aであるので、この特性はフォーカスアクチュエータ6へのドライブ印加電流からアクチュエータによる光ピックアップ位置までの伝達特性となっている。10kHz付近に副共振が存在し、位相特性は副共振によるノッチフィルター特性により急激な特性変化を生じて、元の位相に戻っている。

【0034】図2に2次微分特性9の周波数特性を示す。完全な理想微分特性の実現は不可能なので、少なくとも制御帯域の範囲はほぼ微分特性と見なせる周波数特性にしてある。ちなみに図2に示す特性を伝達関数で表現すると、

$$(s / (1 + s T))^2$$

において

$$T = 10^{-7}$$

である。

【0035】この2次微分特性は必要とする周波数範囲

が2次微分特性であればよい。さらに別のマイナーループの構成には、2次微分ブロック9が副共振成分を含まない理想的なアクチュエータ伝達特性の逆特性であってもよい。しかし本発明の目的であるサーボ帯域付近あるいはサーボ帯域以上の副共振の影響の低減において、例えば主共振周波数付近の特性には主眼を置かない。

【0036】ここで、アクチュエータに存在する副共振の影響を低減するために、マイナーフィードバックループを構成する。このときのマイナーループゲイン10は、アクチュエータ特性およびトルク定数から算出されるゲインを考慮して決定する。本実施例ではアクチュエータ特性およびトルク定数から算出されるゲインはアクチュエータの質量の逆数で200、よってマイナーループゲインが0.005でマイナーループの数kHzにおける一巡ゲインが0dBとなる。

【0037】また、副共振の影響を抑圧するために、マイナーループゲインをさらに5倍して0.025とする。

【0038】そして、マイナーループの安定性を確保するため、マイナーループ補償ブロック8にローパスフィルタ特性を与える。図3に示す周波数特性がこのときのマイナーループ補償特性で、伝達関数表現で

$$1 / (1 + s T)$$

において

$$T = 5 \times 10^{-6}$$

である。

【0039】このマイナーループ補償ブロック8は、副共振の特性、あるいはマイナーループ内に構成される図示せぬアクチュエータのドライバー、オペアンプ等の特性を考慮して決定される。

【0040】図4、図5は、アクチュエータ6を含むマイナーループの一巡伝達特性を示すボード線図とナイキスト特性図である。本実施例のようにマイナーループのゼロクロスの交差周波数において位相余裕を持つように、また副共振周波数10kHz付近においても、安定なゲイン位相関係を保てるようにマイナーループ補償を施す。

【0041】マイナーループを構成することにより、マイナーフィードバック点の補正ゲインブロック7からの+入力からアクチュエータ出力までの伝達利得が変化する。そのために、マイナーループゲインに応じた補正ゲインを仮想的に設ける。マイナーループゲインによりマイナーループの閉ループ伝達特性がきまり、本実施例の場合、数10Hzから数kHzという主たる周波数において、前述したように5倍(約14dB)の利得を持ち、よって閉ループ伝達ゲインは $1 / (1 + 5)$ となる。このため補正ゲインブロック7の補正ゲインとしては、6倍(15.6dB)を設定することにより、補正ゲインの入力からアクチュエータ出力までの伝達ゲインは、マイナーループを構成しない非実施時のアクチュエ

一タゲインと同じになる。つまり、マイナーループの一巡特性においてのゲイン（ここでいう5倍）に1を足した値を補正ゲインとする。実際的にはこの補正ゲインは一巡ゲイン3に含まれる形で実現できるが、設計時にこの補正ゲイン7という概念を用いることで、一巡ゲインの再設定を容易にすることができる。

【0042】本実施例において、マイナーループを施した結果の補正ゲインの入力からアクチュエータ出力までの伝達特性を図6に示す。本図のように10kHz付近の副共振が図20に比べて著しく小さな共振となっていることがわかる。このようにして、マイナーループを設けたことにより、副共振を小さくでき、上述の従来技術による3kHz程度に比べて制御帯域を広くすることができる。

【0043】また、本発明を用いることで、副共振周波数の低いアクチュエータ、あるいは副共振のピークが大きいアクチュエータを用いることが可能になるので、剛性の弱い安価なアクチュエータ、また、製造精度の低い安価なアクチュエータを用いることができ、低コストな光ディスク装置を提供できる。

【0044】さらに本発明を用いれば、アクチュエータの感度のばらつきを抑えることができる。またアクチュエータの感度がばらついていても、マイナーループの効果により、ばらつきを大幅に小さくすることができる。これはフィードバックループ内に挿入された2次微分特性とマイナーループゲインで決まる特性の逆特性にマイナーループの閉ループ伝達特性が近づくためである。この効果はマイナーループゲインをあげれば大きくすることができます。この効果によつてもアクチュエータのばらつきを抑えることが可能になり、副共振抑制効果と相まって制御帯域を広くすることが可能である。また、アクチュエータ感度のばらつきを許容できるので、製造精度の低い安価なアクチュエータを用いることができ、低コストな光ディスク装置を提供できる。

【0045】従来の方法で構成されたサーボループのステップ応答を図7に示し、本発明を用いたサーボループのステップ応答を図8に示す。従来方法では副共振により発振してしまうところを、発振せずに小さな振動が残る程度に抑え込んでいる。もちろん、従来方法で発振までいかなくとも、副共振の影響により振動的になって制御誤差が大きかったサーボループも、本発明を用いることで大幅に振動量を減らすことが可能である。つまり制御精度を向上することが可能である。

【0046】図9に先の構成におけるアクチュエータの副共振の特性が異なるアクチュエータの伝達特性を示す。

【0047】この種の副共振を持つアクチュエータの場合、マイナーループ補償は位相進み補償を用いる。

【0048】図9のアクチュエータ特性に適したマイナーループ補償の例を示す図10の周波数特性を持ったも

のがある。この特性の伝達関数表現は

$$\{Z(2)s^2 + Z(1)s + Z(0)\} / \{P(2)s^2 + P(1)s + P(0)\}$$

となり、ここにおいて

$$Z(0) = 3.9 \times 10^{11},$$

$$Z(1) = 1.3 \times 10^7,$$

$$Z(2) = 100$$

$$P(0) = 3.9 \times 10^{11},$$

$$P(1) = 1.3 \times 10^6,$$

10  $P(2) = 1$

の2次極とゼロを持つ位相進み補償に一次遅れ要素

$$1 / (1 + sT)$$

となり、ここにおいて

$$T = 5 \times 10^{-6}$$

を直列に構成したものである。

【0049】また、このタイプのマイナーループ補償の場合は、副共振周波数において1以上の適切なゲインを持たせることができるので、マイナーフィードバックゲインは0.005として数100Hz程度の一巡ゲイン20を0dBにしても副共振を十分に抑圧することができる。また先の説明と同様、マイナーループの主たるゲインは1であるので補正ゲイン7は2とする。

【0050】図11にマイナーループの一巡伝達特性を示す。このようにマイナーループが安定となるマイナーループ補償を施すことが重要である。

【0051】図9のアクチュエータを用いてマイナーループを施した結果の補正ゲインブロック7の入力からアクチュエータ6の出力までの伝達特性を図12に示す。本図のように10kHz付近の副共振が図19に比べて30著しく小さな共振となっていることがわかる。このようにして、副共振を小さくでき、従来技術に比べて制御帯域を広くすることができる。

【0052】【実施例2】図13に本発明の第2の実施例を示す。図1の実施例と異なる点はアクチュエータ出力を直接用いないで、フィードバック点ブロック2の出力をマイナーループに用いる点である。また、フィードバック点2ではアクチュエータ出力の極性が反転して入力されるので、極性を補正するために反転ブロック12を設けてある。反転ブロック12では単に極性の反転のみを行っているので、現実にはマイナーループゲイン10を負の値にしてもよいし、マイナーループのどこかで反転すればよい。

【0053】先の実施例1においては、アクチュエータ出力を観測するセンサ、あるいはオブザーバーが必要であるが、本実施例においてはフォーカス誤差信号を用いてマイナーループを構成することができるので、構成が簡単になる。また実際の光スポットの動きを精度良く検出可能となり、高精度に副共振を抑え込むことが可能になる。

50 【0054】このマイナーループによる負帰還のフィー

ドバックループに寄与する特性は実施例1と同様に、副共振の発生度合いが激減して、図12に示す特性を得ることができ、2次微分ブロック9と位相補償用のマイナーループ補償ブロック8、及びマイナーループゲインブロック10によって、実施例1に比較して構成が簡単になることで、低コストな広帯域の周波数特性を有するフォーカスサーボ装置を提供できる。

【0055】〔実施例3〕次に本発明をトラッキングサーボに用いた場合を説明する。基本的な構成はフォーカスサーボと同じである。

【0056】本トラッキングサーボについて、図1を用いて説明する。先の実施例ではフォーカスサーボとして説明したが、トラッキングサーボにも図1における回路ブロックの適用が可能である。トラッキング制御ループのブロック図を図1とすると、同図において、1はトラッキング制御ループの目標値で現実的には光ディスク情報トラックのトラッキング方向の位置のことである。2はフィードバック点でトラッキングアクチュエータ6の位置がネガティブフィードバックされる。このフィードバック点2は現実的には光ヘッドの光学系、センサからなり、センサ出力のトラッキング誤差信号がフィードバック点2の出力に相当する。3は一巡ゲインでトラッキングサーボループの一巡利得を決定するブロックである。4は位相補償でトラッキングサーボループの安定化のための位相補償フィルタである。一般には位相遅れ補償回路や位相進み補償回路が用いられる。

【0057】また、5はトラッキングアクチュエータのトルク定数で、アクチュエータの感度を示している。6はトラッキングアクチュエータである。7は補正ゲインでマイナーフィードバックによるゲイン変化を補正するブロックであり、説明の都合上設けてある、一巡ゲインに補正ゲインを含めることができる。8はマイナーループを安定化するための位相補償で、9は2次の微分特性ブロックで、10はマイナーループの一巡ゲインである。また、11はマイナーフィードバック点で、補正ゲイン7の出力に合成され、アクチュエータ6に駆動信号を供給する。現実の装置ではアクチュエータを駆動するためのドライバー回路が必要で通常マイナーフィードバック点とトルク定数の間に挿入されるが、ここでは省略する。

【0058】このような構成において、本発明をトラッキング制御ループに適用することができる。

【0059】通常、目標値変動量と要求精度の関係で、フォーカスサーボループに比してトラッキングサーボループの方が帯域を広くする必要があり、本発明を用いることで、トラッキングサーボの精度を向上することができる。

【0060】また、近年トラッキングサーボを特開平5-298724号公報にみられるように、ディスクの全面に亘り单一のアクチュエータによりトラッキングを行

う方法が採られるようになった。この単一のアクチュエータにおいては装置内のアクチュエータ数を削減できるので消費電力を低減する、あるいは駆動、制御にまつわる機構系制御系の減少ができる、低コストな装置が実現可能である。しかしながら、この公報によるサーボ回路では、機構上副共振を小さくする、あるいは副共振周波数を高くすることが難しい。この場合にも本発明を用いることで、単一のアクチュエータであっても広いトラッキングサーボ帯域をとることが可能になる。

10 【0061】〔実施例4〕図14に光ディスク装置のシーク動作時に用いられる速度制御系のブロック図を示す。図において、35は目標トラック位置で、アクセスしたい情報トラックの位置を示すデータを入力する。36は残留距離の誤差算出ブロックで、目標トラック位置35から現在光スポットの位置するトラック位置が、即ちアクチュエータ26の速度成分32を積分要素33によってアクチュエータ位置37として導出されるトラック位置が差し引かれ、アクセスする残り距離が outputされる。34は目標速度生成ブロックで残留距離に応じた光20 スポットの移動速度の目標値を outputする。通常この目標速度は目的トラックに近づくにつれ速度が低下するプロフィールをとる。

【0062】目標速度生成ブロック34で生成された目標速度値21は、フィードバック点22に入力される。フィードバック点22には光スポットの速度すなわち、アクチュエータ0.0リニアモータ26の速度がネガティブフィードバックされる。よって、フィードバック点22の出力は目標速度と実際の光スポットの移動速度の差である速度偏差である。

30 【0063】また、23は一巡ゲインで速度サーボループの一巡利得を決定するブロックである。25はアクチュエータ0.0リニアモータ26のトルク定数で、アクチュエータの感度を示している。26は光スポットを移動するアクチュエータであり、単一のアクチュエータの装置および近距離シーク時のトラックジャンプ動作時においてはトラッキングアクチュエータと同一物で兼用する。また光ヘッド移動用のリニアモータを有する装置の場合にはリニアモータのことである。また、27は補正ゲインで、マイナーフィードバックによるゲイン変化を40 補正するブロックであり、説明の都合上設けてあり、一巡ゲイン23に補正ゲインを含めることができる。28はマイナーループを安定化するための位相補償であり、29は1次の微分特性を有する1次微分ブロックであり、30はマイナーループのゲインブロックである。また、31はマイナーフィードバック点で、補正ゲイン27の出力に合成され、アクチュエータ0.0リニアモータ26に駆動信号を供給する。現実の装置ではアクチュエータ26を駆動するためのドライバー回路が必要で、通常マイナーフィードバック点31とトルク定数ブロック25の間に挿入されるが、ここでは省略する。

50

【0064】シークあるいはトラックジャンプに用いる速度制御系に本発明を適用する場合も、基本的な考え方は先の実施例の各制御系と同じである。アクチュエータの伝達特性が1次遅れ系になるので微分要素29も一次の微分とする。

【0065】そこで、この速度制御系に本発明を用いた場合のポイントのみを説明する。図15はアクチュエータo.rリニアモータ26の駆動電流から速度検出段階までの伝達特性である。先の実施例同様10kHzに副共振をもつ。またこの特性は先の実施例でのアクチュエータの特性の位置出力を速度出力として扱ったものである。図14におけるマイナーループの一巡伝達特性を図16に示す。マイナーループ補償28、マイナーループゲイン30、また補正ゲイン27は、先の実施例と同様な設計指針で決定することができる。

【0066】図17はマイナーループを構成したときの補正ゲイン27の入力からアクチュエータ速度までの伝達特性である。このように、図15に示すもともとのアクチュエータ26の副共振の発生度合いが図16に示す一巡伝達特性を有するマイナーループを設けることによって、副共振の影響を抑え込むことができる。

【0067】この実施例において、アクチュエータo.rリニアモータ26の速度を検出するために、トラッキング誤差信号を用いることができる。シーク中のトラッキング横断によるトラッキング誤差信号の横断波形を2値化し、カウントする、あるいは2値化パルス間隔を測定することで、アクチュエータo.rリニアモータ26の移動速度を検出することが可能である。あるいは速度検出精度、検出帯域をあげるために、トラッキング誤差信号の微分信号を用いたり、オブザーバーを用いることができ、速度検出帯域があがることでマイナーループの安定化が容易になる。

【0068】また、先の位置制御での実施例と同様に、副共振特性の異なったアクチュエータに対しては、マイナーループ補償28、マイナーループゲイン30を適切に設定することによって、安定なマイナーループを構成することが可能である。

【0069】本実施例のように、シークのための速度制御に本発明を適用することにより、副共振のあるアクチュエータあるいはリニアモータであっても速度制御帯域すなわち速度制御精度を高くすることができます。それによりシークの目標速度として与えるプロフィールの加速度をあげることが可能となり、シークの高速化ができる。また速度制御精度が上がるので、シーク終了間際の目標トラック上での速度偏差がなくなりトラッキング引き込みが容易になる。もちろんオーバーランなどなく目標トラック上に確実にアクセスすることが可能になる。

【0070】また、本発明を用いることで、副共振周波数の低いアクチュエータ、あるいは副共振のピークが大

きいアクチュエータを用いることが可能になるので、剛性の弱い安価なアクチュエータ、また、製造精度の低い安価なアクチュエータを用いることができ、低コストな光ディスク装置を提供できる。

【0071】さらに本発明を用いれば、例えば駆動電流を一定としても移動量が異なる例のような、アクチュエータの感度のばらつきを抑えることができる。アクチュエータの感度がばらついていても、マイナーループの効果によりばらつきを大幅に小さくすることができる。これはフィードバックループ内に挿入された1次微分特性とマイナーループゲインで決まる特性の逆特性にマイナーループの閉ループ伝達特性が近づくためである。この効果はマイナーループゲインをあげれば大きくすることができる。この効果によっても、アクチュエータのばらつきを抑えることが可能になり、副共振抑制効果と相まって制御帯域を広くすることができます。また、アクチュエータ感度のばらつきを許容できるので、製造精度の低い安価なアクチュエータを用いることができ、低コストな光ディスク装置を提供できる。

【0072】特に光ヘッドをリニアモータ等を用いて移動させることによりシークを行う装置（2段アクチュエータ構成）においては、構造的に副共振周波数を高くするあるいは副共振を小さくすることが困難なので、本発明を適用することで多大な効果を上げることができる。

### 【0073】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光ディスク装置のアクチュエータの副共振の悪影響を低減することができ、高精度な制御系を構成することができる。それにより大容量、高速シークが可能な装置を提供できる。

【0074】また、本発明によって、剛性、組立精度の低い安価なアクチュエータを用いて装置を製造することができるようになったので、低コストなサーボ制御系を有する光ディスク装置を提供できる。

【0075】本発明の第1の発明によれば、光ディスク装置のフォーカスアクチュエータの副共振の悪影響を低減することができ、高精度なフォーカス制御系を構成することができる。そして、ステップ応答特性についても、早期に安定な動作に移行することができる。波長40の短い、あるいは対物レンズNAの高いすなわち焦点深度の浅い光スポットを用いることが可能になり、データ容量の大きなディスク、装置を低コストで提供できる。

【0076】また、本発明の第2の発明によれば、フォーカス誤差信号をマイナーフィードバックに用いることで簡単な構成、安価な方法で光ディスク装置のフォーカスアクチュエータの副共振の悪影響を低減することができ、前述の効果をさらに安価な装置で実現できる。

【0077】また、本発明の第3の発明によれば、光ディスク装置のトラッキングアクチュエータの副共振の悪影響を低減することができ、高精度なトラッキング制御

系を構成することが可能になる。そして、トラックピッチの小さな高密度ディスクにおいても、十分なトラッキング制御精度を実現することが可能になり、データ容量の大きなディスク、装置を低コストで提供できる。さらに、シーク方向に唯一のアクチュエータをもつタイプの装置においてもトラッキング制御精度を上げることができ、低消費電力、かつデータ容量の大きな装置を提供できる。

【0078】また、本発明の第4の発明によれば、トラッキング誤差信号をマイナーフィードバックに用いることで簡単、安価な方法で光ディスク装置のトラッキングアクチュエータの副共振の悪影響を低減することができ、前述の効果をさらに安価な装置で実現できる。

【0079】本発明の第5の発明によれば、光ディスク装置のシークアクチュエータの副共振の悪影響を低減することができ、高精度なシーク速度制御系を構成することができる。そして高速シークが可能な装置を低コストで提供できる。また、シーク方向に唯一のアクチュエータをもつタイプの装置においても速度制御精度を上げることができ、低消費電力、高速シーク可能な装置を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係るフォーカス制御系および第3の実施例に係るトラッキング制御系のブロック図である。

【図2】2次微分特性ブロック9の周波数特性である。

【図3】本発明の第1の実施例に係るマイナーラープ補償の周波数特性である。

【図4】本発明の第1の実施例に係るマイナーラープ巡伝達特性のボード線図である。

【図5】本発明の第1の実施例に係るマイナーラープ巡伝達特性のナイキスト線図である。

【図6】本発明の第1の実施例に係るマイナーラープまわりの閉ループ伝達特性である。

【図7】従来例によるサーボ系のステップ応答波形である。

【図8】本発明によるサーボ系のステップ応答波形である。

【図9】本発明の第1の実施例に係る別のアクチュエータ周波数特性である。

【図10】本発明の第1の実施例に係る別のマイナーラープ補償の周波数特性である。

【図11】本発明の第1の実施例に係る別のマイナーラープ巡伝達特性のボード線図である。

【図12】本発明の第1の実施例に係る別のマイナーラープまわりの閉ループ伝達特性である。

【図13】本発明の第2の実施例に係るフォーカス制御系および第3の実施例に係るトラッキング制御系のブロック図である。

【図14】本発明の第4の実施例に係る光ディスク装置のシーク動作時に用いられる速度制御系のブロック図を示す。

【図15】本発明の第4の実施例に係るシークアクチュエータ周波数特性を示す。

【図16】本発明の第4の実施例に係るマイナーラープ巡伝達特性を示す。

【図17】本発明の第4の実施例に係るマイナーラープまわりの閉ループ伝達特性を示す。

【図18】従来のフォーカスあるいはトラッキングサーボ系のブロック図である。

【図19】従来のシーク速度制御系のブロック図である。

【図20】フォーカスあるいはトラッキングアクチュエータの周波数特性を示す。

#### 【符号の説明】

1 目標値

2 フィードバック点

3 一巡ゲイン

4 位相補償

5 トルク定数

6 アクチュエータ

7 振幅ゲイン

8 マイナーラープ補償

9 2次微分特性

10 マイナーラープゲイン

26 アクチュエータ・リニアモータ（シークアクチュエータ）

28 マイナーラープ補償

29 1次微分特性

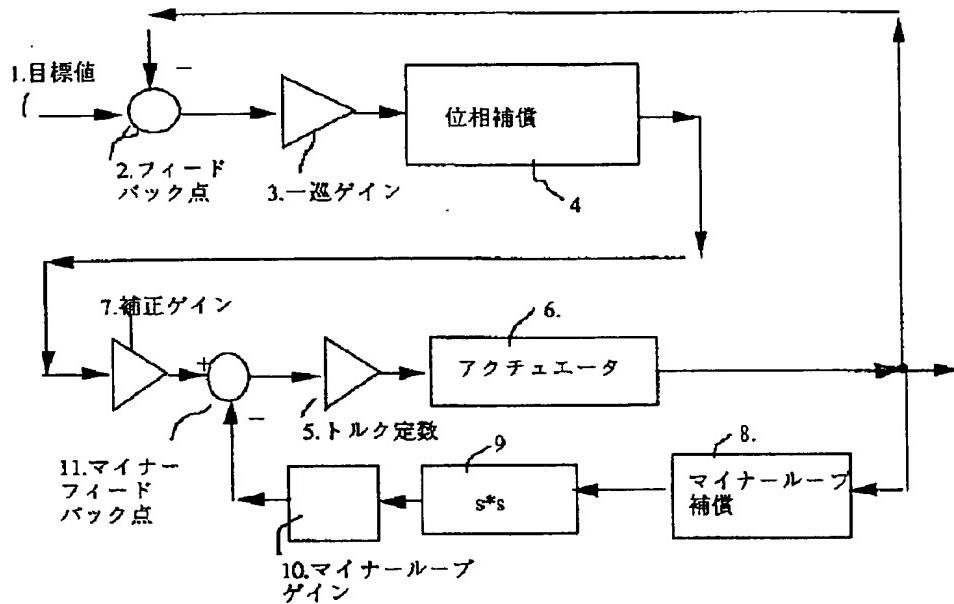
30 マイナーラープゲイン

32 アクチュエータ速度

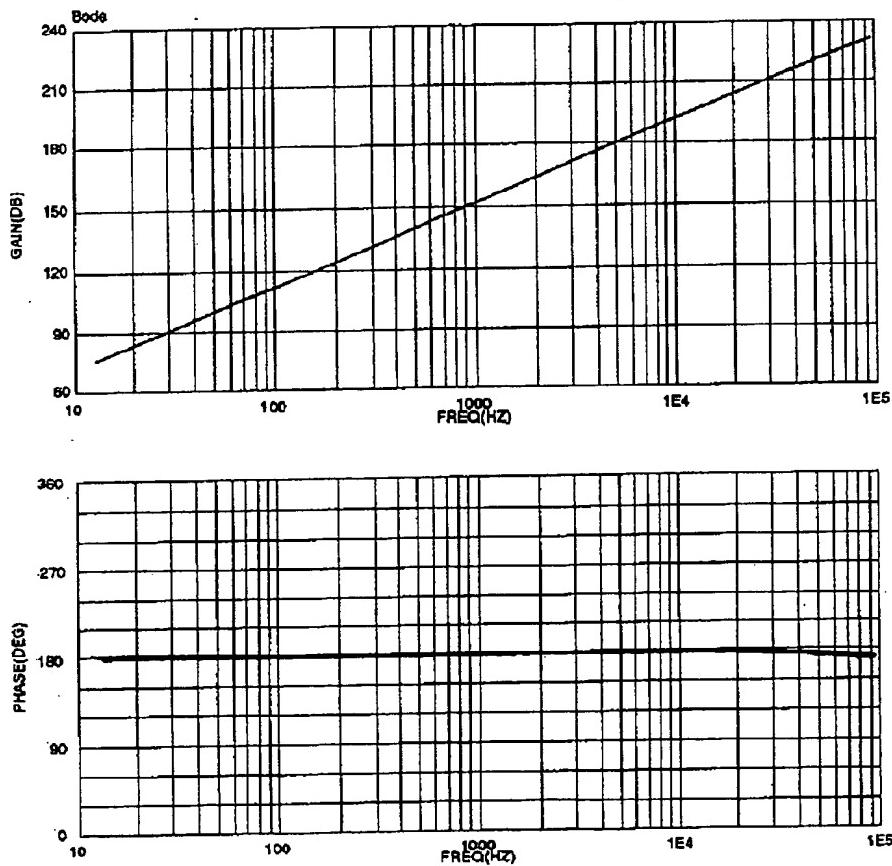
40 34 目標速度生成

35 目標トラック位置

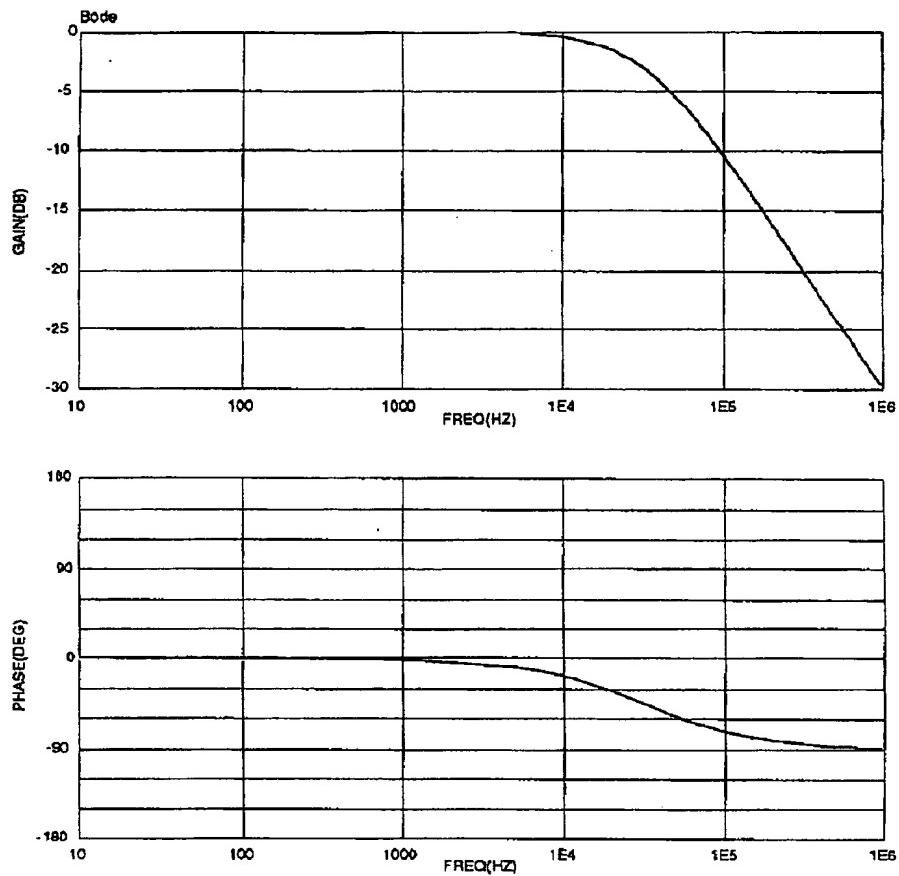
【図1】



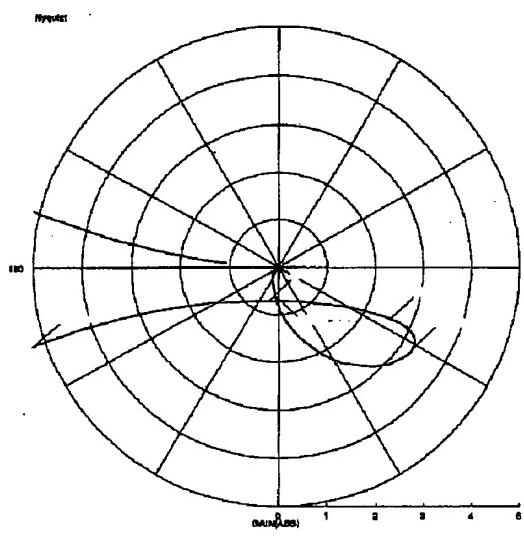
【図2】



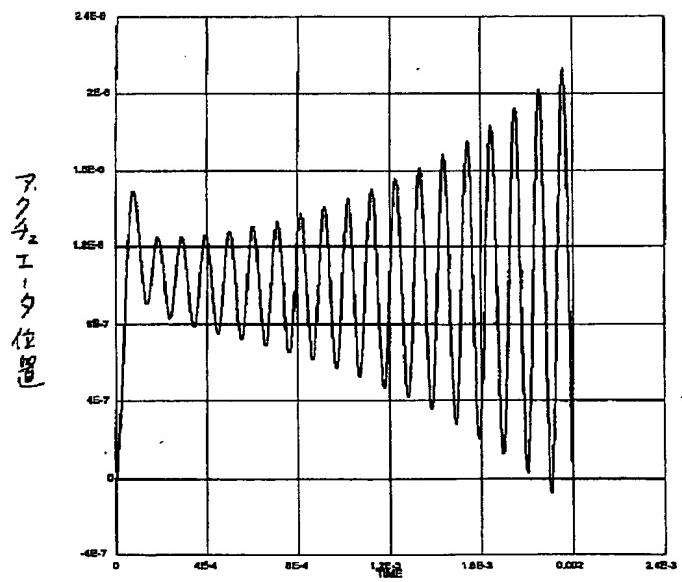
【図3】



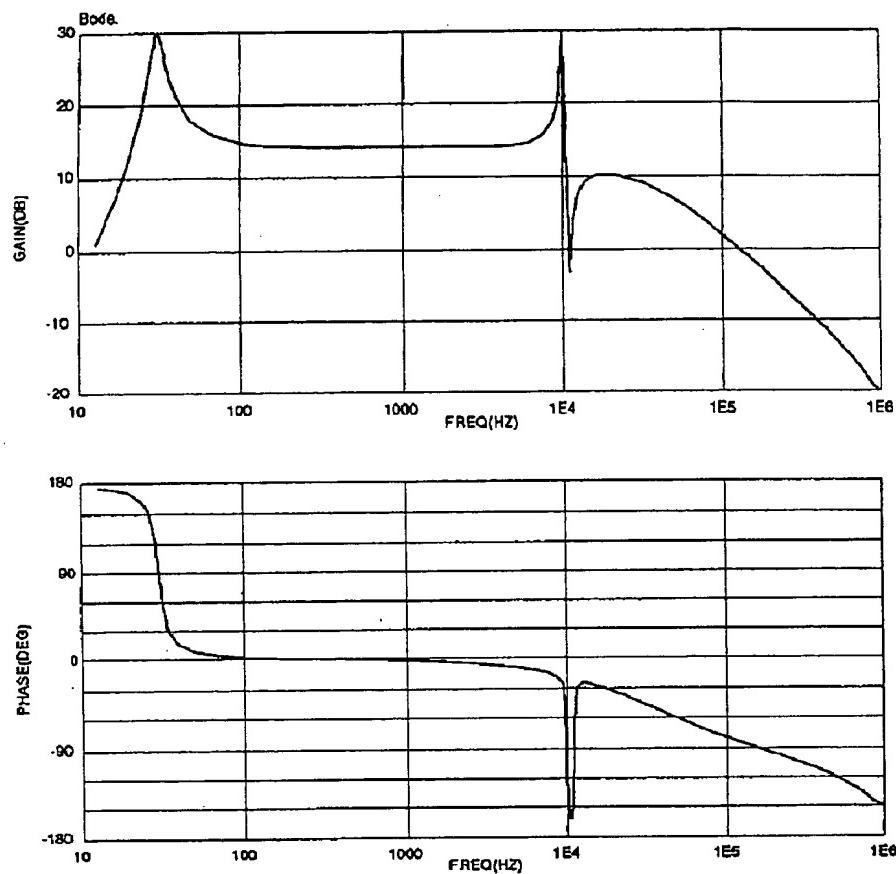
【図5】



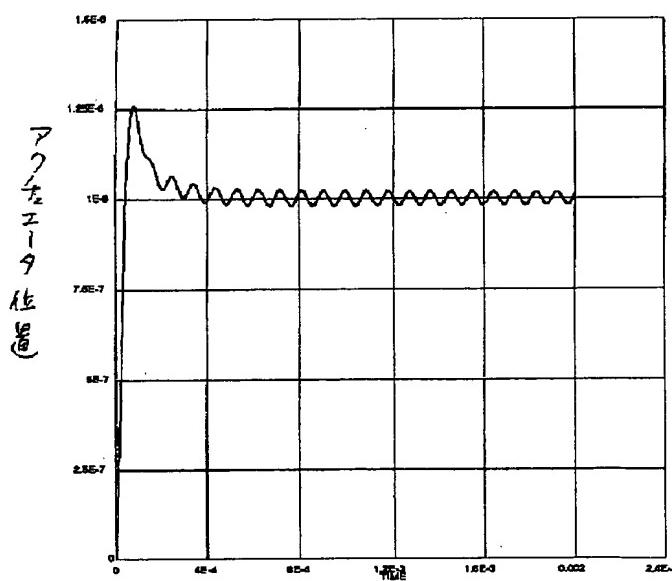
【図7】



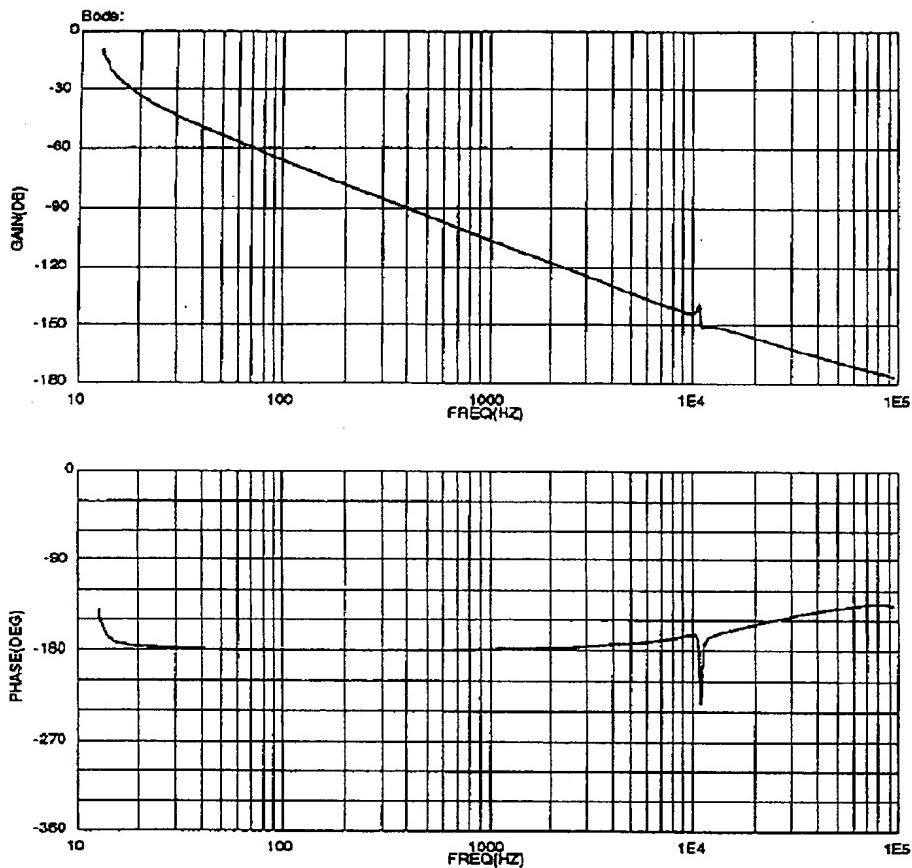
【図4】



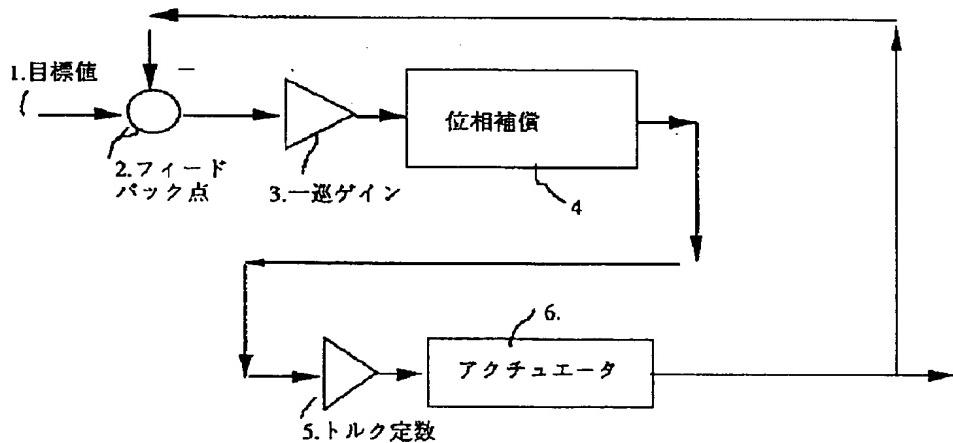
【図8】



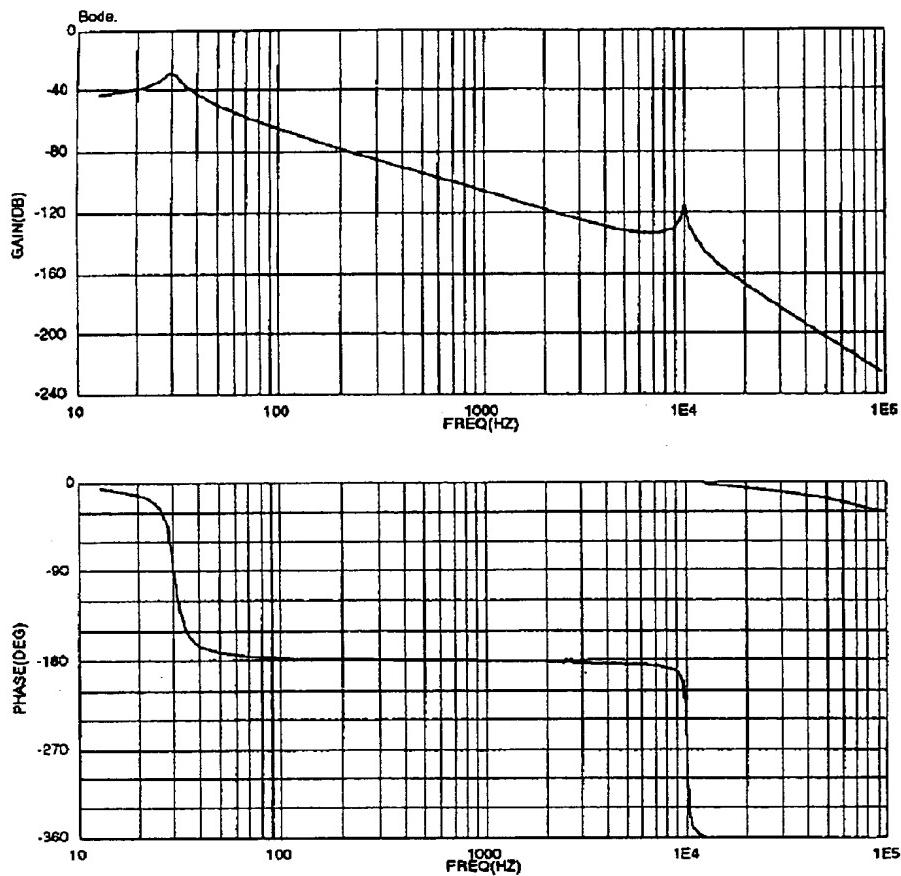
【図6】



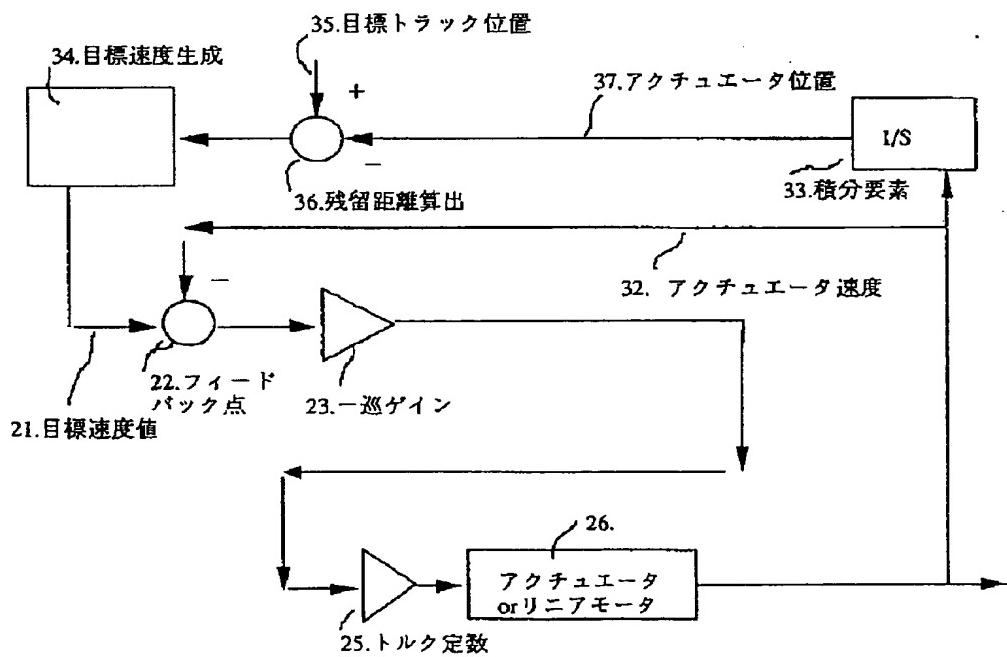
【図18】



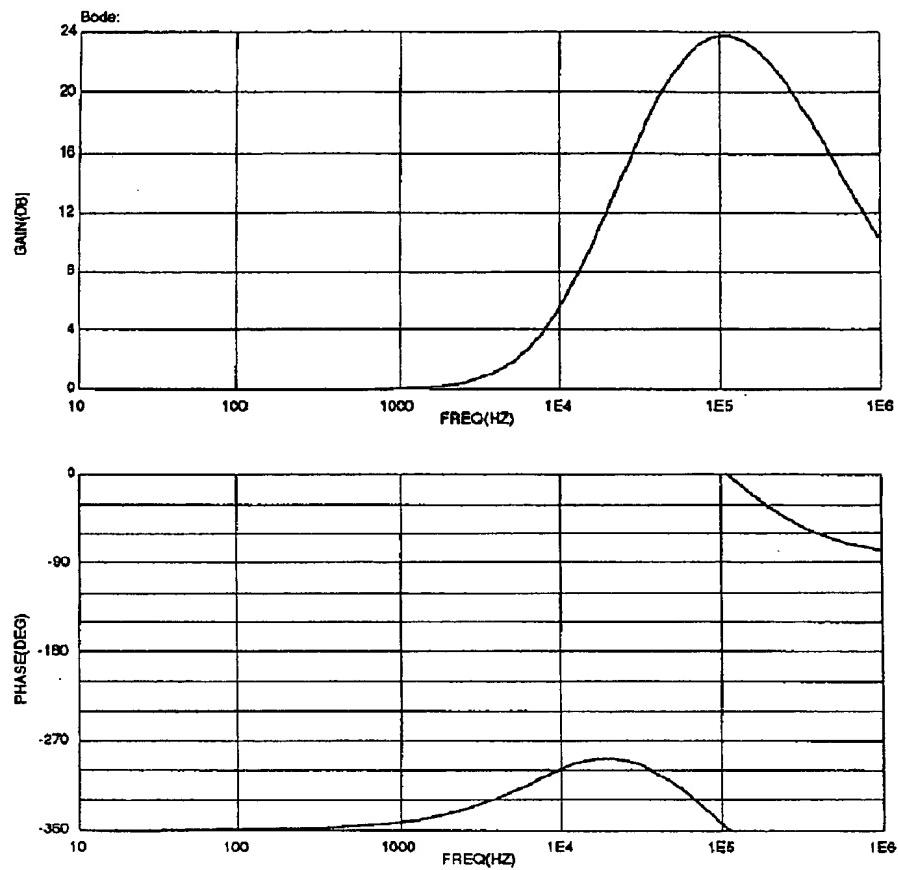
【図9】



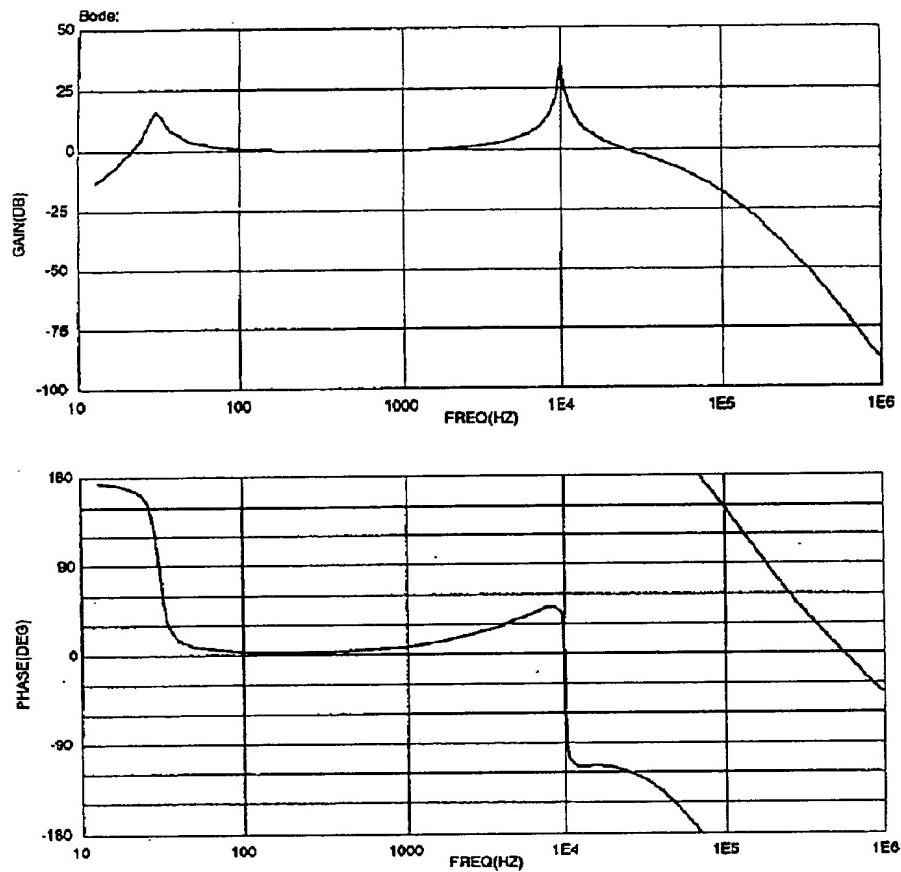
【図19】



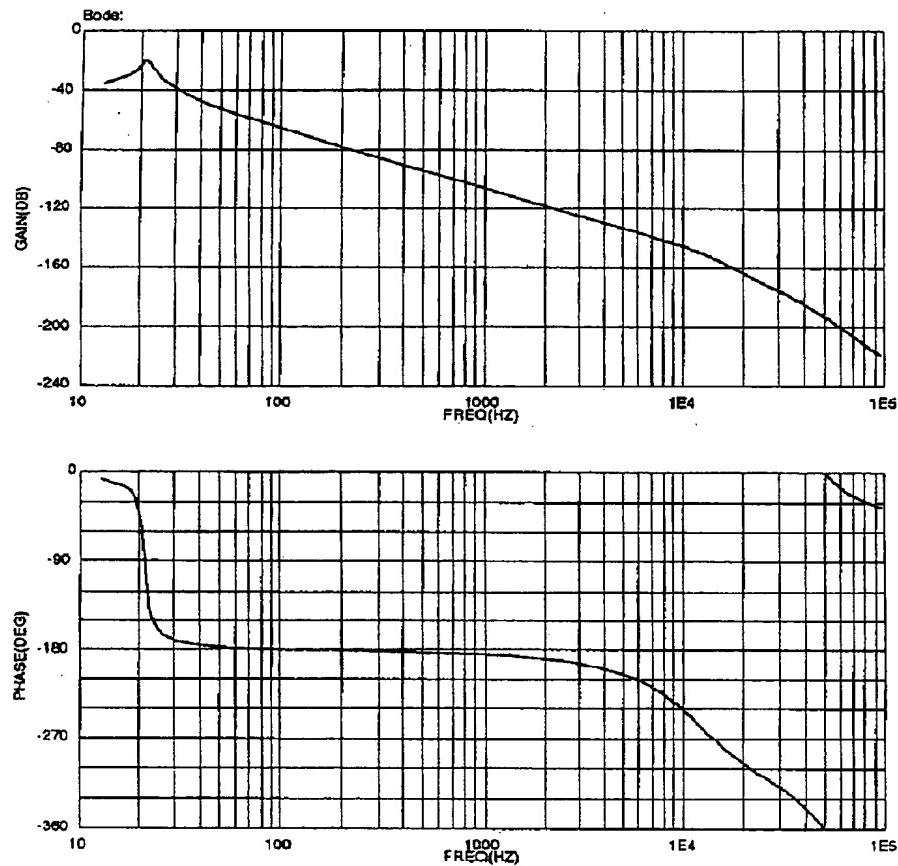
【図10】



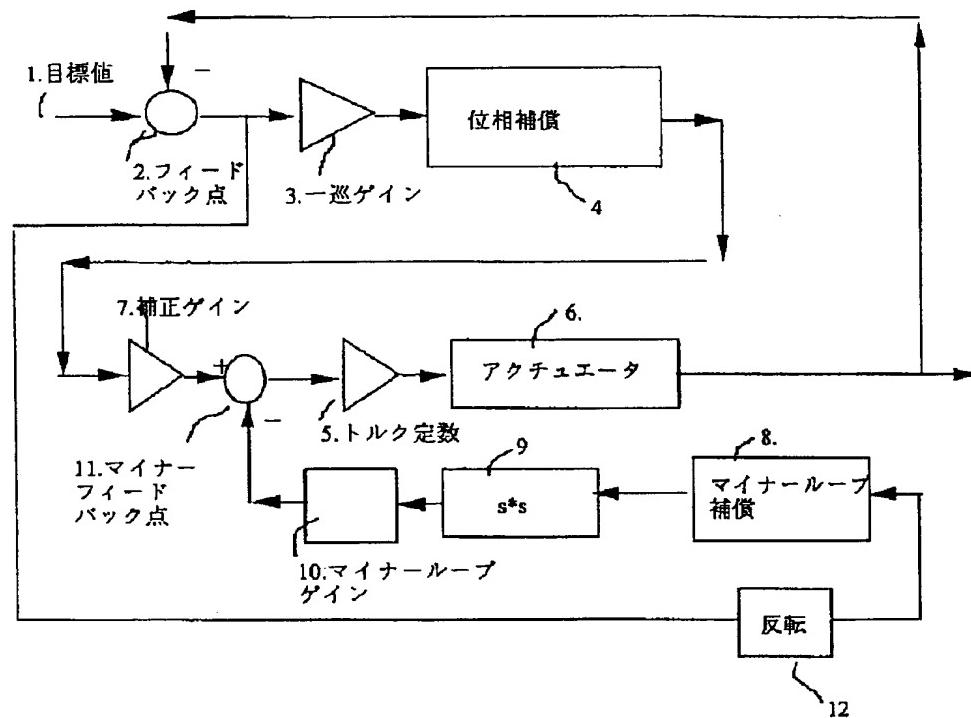
【図11】



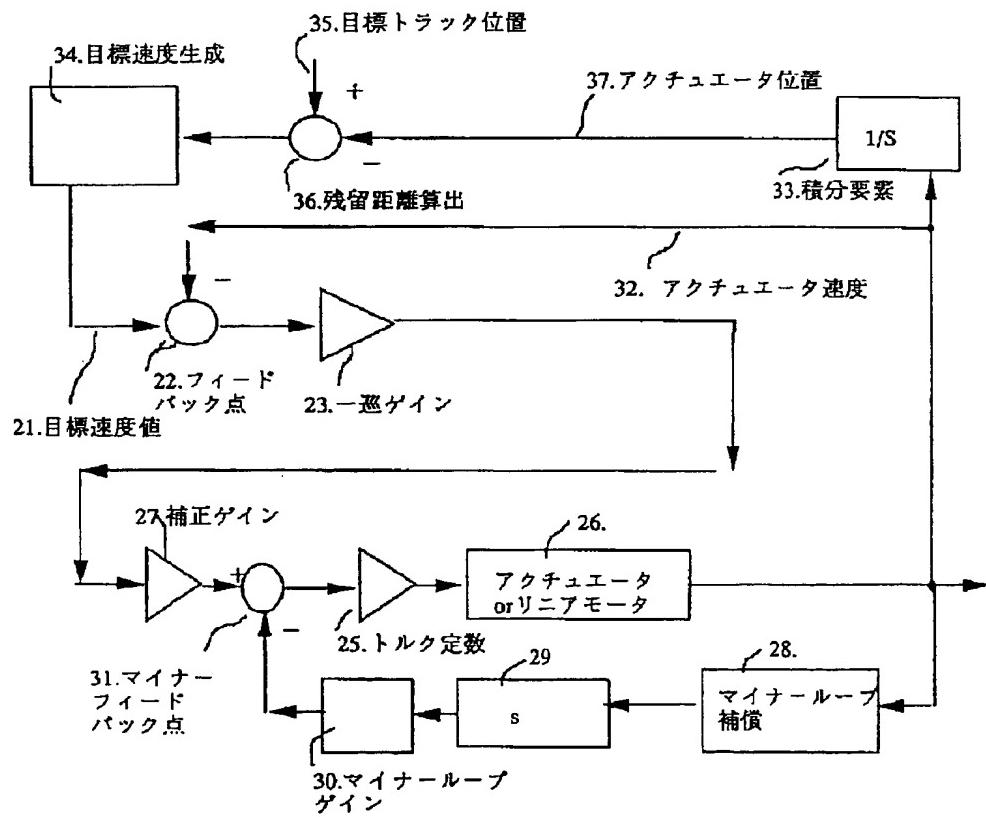
【図12】



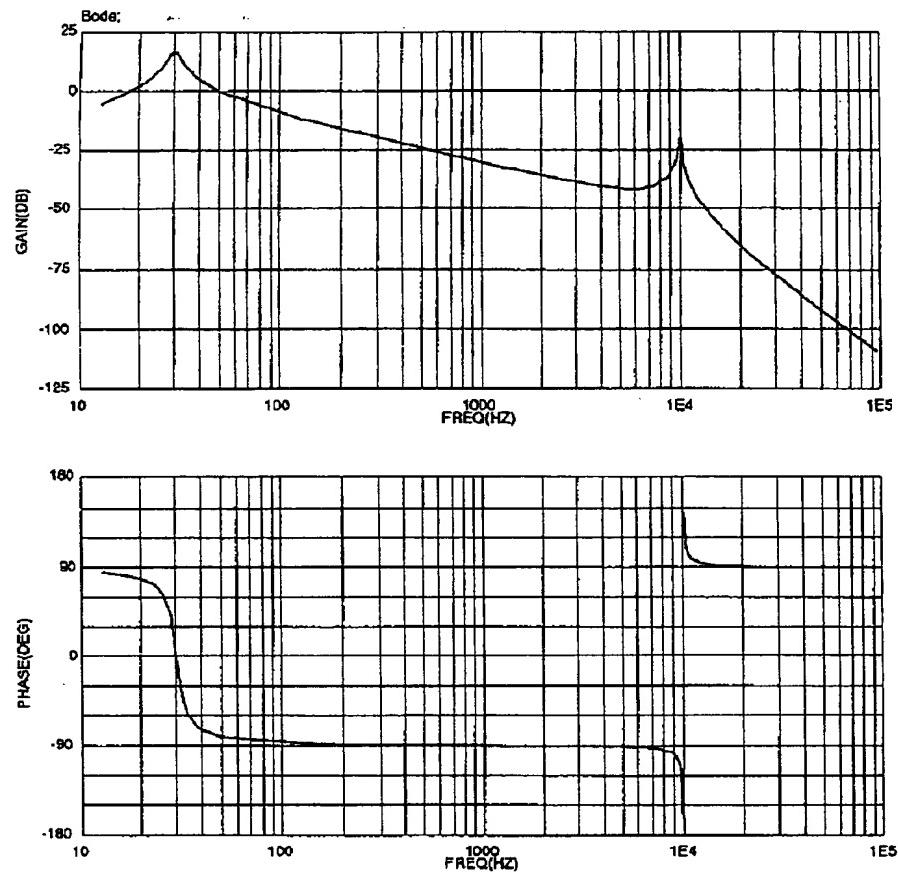
【図13】



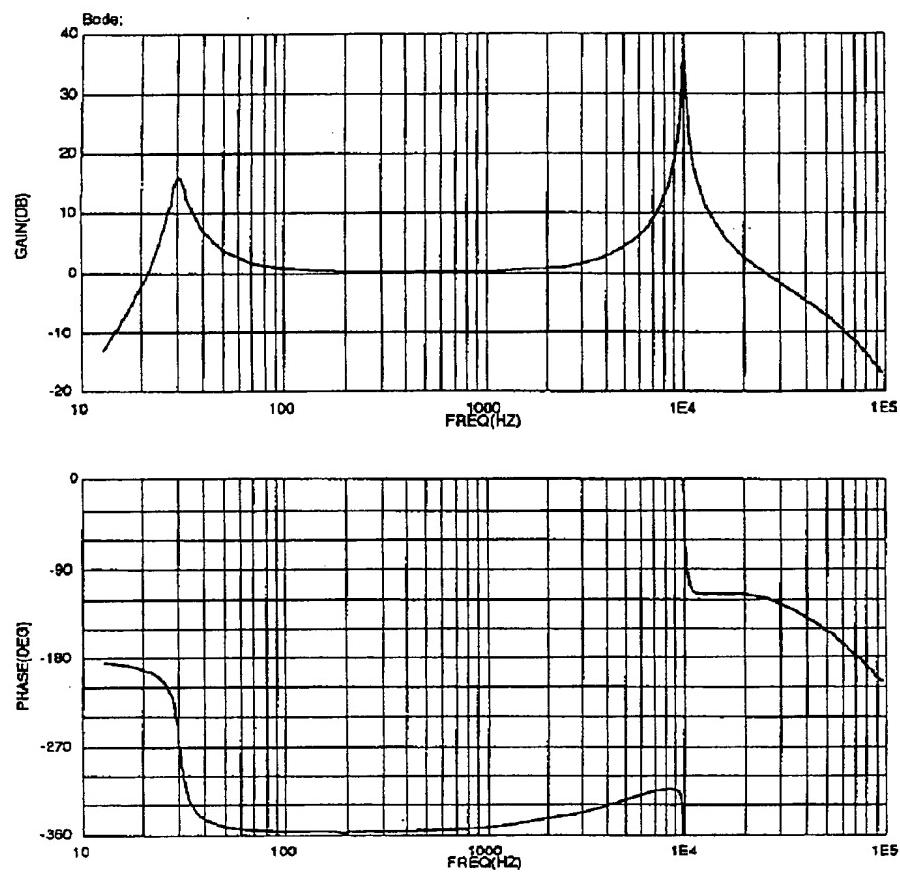
【図14】



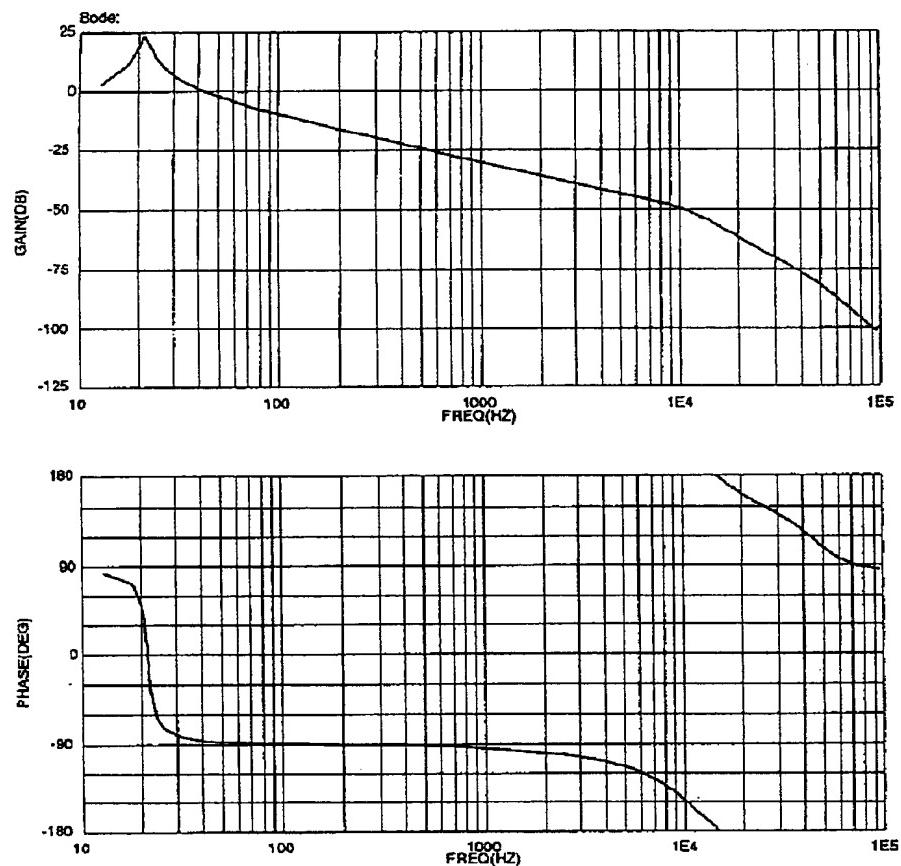
【図15】



【図16】



【図17】



【図20】

